

See US 5399871

PAT-NO: JP411238486A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11238486 A

TITLE: PLASMA DISCHARGE SYSTEM FOR REDUCTION OF ELECTROSTATIC
CHARGE OF SEMICONDUCTOR WAFER DURING ION IMPLANTATION

PUBN-DATE: August 31, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-------------------|---------|
| ITO, HIROYUKI | N/A |
| ENGLAND, JONATHAN | N/A |
| PLUMB, FREDERICK | N/A |
| FOTHERINGHAM, IAN | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-----------------------|---------|
| APPLIED MATERIALS INC | N/A |

APPL-NO: JP10343092

APPL-DATE: December 2, 1998

INT-CL (IPC): H01J037/317, C23C014/48 , H01J037/20 , H01L021/265 , H05H001/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma emission system which emits electrons of very low energy toward a semiconductor substrate and neutralizes the positive electric charges produced in the substrate during ion implantation upon their self-adjustment.

SOLUTION: A plasma emission system used at ion implantation in a semiconductor substrate is equipped with a plasma and low energy electron source 12 to allow growth of the plasma containing low-energy electrons. The low-energy electrons are conveyed to an electron confining tube 10 biased to a negative potential and supported by a magnetic field generated by a cusp field magnet 56 and conveyed into an ion beam 16 passing the electron confining tube 10 and flowing in the axial direction to the substrate while intensifying is made with a magnetic field generated by a plasma intensifying magnet 42. Accordingly the positive electric charges at the surface of the substrate are neutralized upon self-adjustment without causing a serious negative charging of the substrate.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-238486

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 J 37/317

H 0 1 J 37/317

Z

C 2 3 C 14/48

C 2 3 C 14/48

C

H 0 1 J 37/20

H 0 1 J 37/20

H

H 0 1 L 21/265

H 0 5 H 1/00

N

H 0 5 H 1/00

H 0 1 L 21/265

N

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-343092

(62) 分割の表示 特願平5-301965の分割

(22) 出願日 平成5年(1993)12月1日

(31) 優先権主張番号 07/984670

(32) 優先日 1992年12月2日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド

APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(72) 発明者 ヒロユキ イトー

イギリス国, ウェスト サセックス州,
アールエイチ12 1ユーエル, ホーシ
ヤム, ミードヴェール 32

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

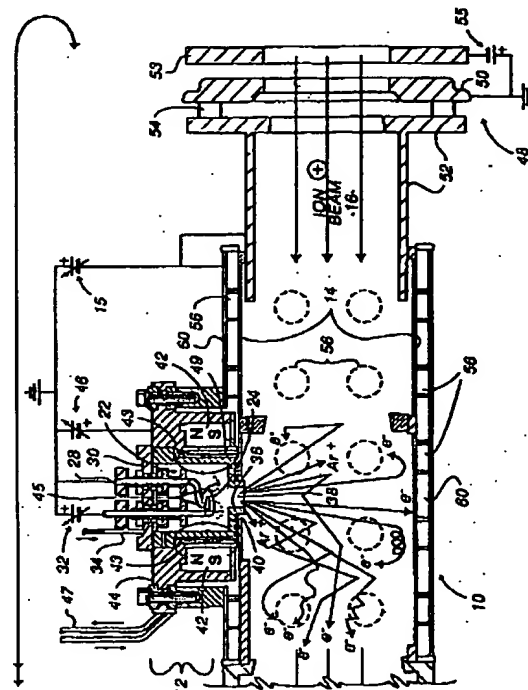
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン注入中の半導体ウェハにおける帯電を低減するプラズマ放出システム

(57) 【要約】

【課題】 半導体基板に向かって非常に低エネルギーの電子を放出し、イオン注入中の半導体基板に生成した正電荷を自己調整して中性化するプラズマ放出システムを提供する。

【解決手段】 半導体基板内のイオン注入時に用いられるプラズマ放出システムは、低エネルギー電子を含むプラズマを発生させるプラズマ及び低エネルギー電子源12を備えている。この低エネルギー電子は、負電位にバイアスされていると共に尖点場磁石56による磁場に支援されている電子閉込め管10への輸送と、この電子閉込め管10を通過して半導体基板に向かって軸方向に流れているイオンビーム16内への輸送とをプラズマ強化磁石42による磁場によって増大されている。そのため、半導体基板における重大な負の帯電を起こさずに、半導体基板の表面上における正電荷は自己調整して中性化されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板内のイオン注入中に該半導体基板上に生成した正電荷を中性化する電子放出システムであって、

軸方向にイオンビームを受け入れ、半導体基板に向かって輸送する電子閉込め管と、

低エネルギー電子を含むプラズマを形成すべくフィラメントを有し且つガスが導入されるようになっているプラズマ発生チャンバであり、前記低エネルギー電子を前記電子閉込め管内に輸送して、前記電子閉込め管内を通過している前記イオンビームに合流させるよう、前記電子閉込め管内への開口に繋がった放出開孔を有している前記プラズマ発生チャンバと、

前記半導体基板に相対して前記電子閉込め管を負電位にバイアスするバイアス手段であり、プラズマ発生チャンバを負電位で遮蔽し、前記電子閉込め管内に向かう前記低エネルギー電子の輸送を制御し、且つ、前記半導体基板に向かう前記イオンビームに沿ってその内部に前記低エネルギー電子の流れを合流させて増強し、前記半導体基板上の正電荷を中性化するようにする前記バイアス手段とを備えることを特徴とする電子放出システム。

【請求項2】 前記プラズマ発生チャンバに隣接して配置され、前記プラズマ内における前記低エネルギー電子の発生と、前記電子閉込め管内への前記低エネルギー電子の輸送とを増大させるように、磁場を発生する第1の磁気的手段をさらに備える請求項1記載の電子放出システム。

【請求項3】 前記第1の磁気的手段は、前記プラズマ発生チャンバの周囲に配置され、前記低エネルギー電子の発生と、前記フィラメントから前記電子閉込め管への低エネルギー電子の輸送とを増進するのに十分な磁場を発生する複数の磁石を含んでいる請求項2記載の電子放出システム。

【請求項4】 前記電子閉込め管に沿って配置され、前記電子閉込め管に沿って前記半導体基板に向かう前記低エネルギー電子の流れを包含する磁場を発生する第2の磁気的手段をさらに備える請求項1記載の電子放出システム。

【請求項5】 前記第2の磁気的手段は、前記電子閉込め管の周囲に間隔を保って相互に異なる極を有する磁石からなり、軸方向に延びた少なくとも一つの配列で構成されている請求項4記載の電子放出システム。

【請求項6】 前記放出開孔は、前記プラズマ発生チャンバから前記電子閉込め管内に延びるノズルを有する請求項1記載の電子放出システム。

【請求項7】 半導体基板内のイオン注入に用いるプラズマ放出システムであって、

低エネルギー電子を含むプラズマを形成するプラズマ源と、

イオンビームを受け入れて半導体基板に向かって輸送す

ると共に、前記プラズマ源からプラズマを受け入れる引入口を有し、負電位にバイアスした電子閉込め管と、

前記イオンビームと共に前記半導体基板に向かって前記低エネルギー電子を流し、前記半導体基板上における正電荷の中性化に影響を及ぼすように、前記プラズマ内における低エネルギー電子の発生と、前記プラズマと共に前記引入口を通過する前記電子閉込め管への前記低エネルギー電子の輸送とを増大させる第1の磁気的手段とを備えるプラズマ放出システム。

10 【請求項8】 前記電子閉込め管に沿って配置され、前記電子閉込め管に沿って前記半導体基板に向かう前記低エネルギー電子の閉込めを増大する磁場を発生する第2の磁気的手段をさらに備える請求項7記載のプラズマ放出システム。

【請求項9】 前記第2の磁気的手段は、前記電子閉込め管の周囲に間隔を保って相互に異なる極を有する磁石からなり、軸方向に延びた少なくとも一つの配列で構成されている請求項8記載のプラズマ放出システム。

【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板内へのイオン注入による半導体の不純物導入技術に関し、より詳細には、イオン注入装置に用いられる改善したプラズマ放出システムに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体の製造では、通常、半導体ウェハの形態における半導体基板に特定の元素を高ドーズ量で注入することが行われている。このようなイオン注入を実行するために使用される装置は、通常、イオン源と質量分析器とから構成されており、回転しながら横方向に移動可能な円盤上に支持された半導体ウェハにイオンを輸送するために、イオン加速管に対する入出力を有する。さらに、この装置は、イオン注入中におけるイオンのドーズ量を制御するために、イオンビーム電流をモニタする監視システムを備える。この監視システムは、通常、半導体ウェハの前方にファラデー箱を用いるか、ウェハの後方にファラデー箱または磁気的抑制方式のビームストップのどちらか一方を用いる。

【0003】イオンが半導体ウェハに注入される際に、半導体ウェハの表面は正に帯電するようになる。この表面電荷が半導体ウェハ上の絶縁膜における絶縁耐圧よりも大きい値に達する場合、絶縁膜は絶縁破壊を起こすことになる。このような事が起こらないように、イオン注入装置は、通常、電子線または電子の流れを半導体ウェハの表面上に方向付ける電子放出銃または類似したデバイスを備えており、半導体ウェハの表面における正電荷の生成を相殺し、少なくとも局所的に中性化する。

【0004】このような構成を有する公知例としては、1992年2月18日発行の米国特許第5089710号が挙げられる。この公知例では、半導体ウェハに隣接

して配置され、イオンビームを受け入れるファラデー管を備えた装置が開示されている。ファラデー管は、イオンビーム電流をモニタすると共に、イオンが半導体ウェハの表面に打ち込まれる際に発生する二次電子がファラデー・システムから洩れないようにするために配備されている。このファラデー管は、その管壁を貫通して据付けられたプラズマ発生チャンバに相対して正電位にバイアスされている。プラズマ発生チャンバは、その内部のフィラメントが半導体ウェハと対面しない位置に配置されている。アルゴンガスがプラズマ発生チャンバ内に導入されており、フィラメントから放出した熱電子がアルゴンガスに作用してプラズマを発生する。エネルギー約13 eVの電子は、プラズマ発生チャンバ内にある小径の射出開孔をプラズマと共に通過してファラデー管内のイオンビームに突入する。ファラデー管は正電位に保持されており、プラズマ発生チャンバから電子を放出させてより高いエネルギーレベルに加速するように作用する。このような高エネルギー電子は、ファラデー管の管壁表面に衝突する際に、統計的なエネルギー分布が典型的に20 eVを十分に越えて広がる二次電子を発生する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した公知例における重大な欠陥は、半導体ウェハ上における電荷の生成を妨げるように、電子の電流量が極度に微妙な調整を施される必要があることである。詳細には、電子の電流がわずかに過大に調整されている場合、ウェハが既に負電荷を蓄積しているとも、電子が高エネルギーレベルの分布を有するので、電子が偏向されずに半導体ウェハに衝突してしまう。さらに、この設計の欠点としては、正電位にバイアスしたファラデー管は急速に低エネルギーの一次電子や、半導体ウェハの表面で発生し、半導体ウェハの表面における正電荷の中性化に有用になるはずであった低エネルギーの二次電子を引き付けて吸収する。

【0006】そこで、本発明は、上記の問題点を解決したプラズマ放出システムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を解決するために、イオンビームによって衝撃を受けている半導体ウェハのような作業部品に向かって低エネルギーの、好ましくは多数の電子が5 eV未満である電子線を放出するように改善したプラズマ電子放出システムを提供する。このような低エネルギー電子は、プラズマ発生チャンバから洩れ出しても、負電位にバイアスしてイオンビームが半導体基板に向かって通過する電子ガイドまたは電子閉込め管によって閉じ込められている。この電子閉込め管は、作業部品との間隙から漏出する電子を最小限にするために、作業部品にほぼ接触するように拡張している。

【0008】また、本発明は、プラズマ発生チャンバに

隣接して磁場を発生する磁石を備え、プラズマの密度を増大すると共に、プラズマ発生チャンバから電子ガイド管の内部に向かう低エネルギー電子の放出を増大することが好ましい。

【0009】さらに、本発明は、電子閉込め管に沿って磁場を発生する磁石の配列を備え、イオンビームと共に移動する低エネルギー電子の閉込めを支援することが好ましい。

【0010】

【作用】本発明によれば、プラズマ発生チャンバ内の一次電子源（例えば、加熱したフィラメント）に相対して電子閉込め管における負電位のバイアスは、電子閉込め管に入射する電子を減速し、そのエネルギーを低減する。半導体ウェハでは、その表面が正に帯電し始めると、即時に低エネルギー電子が局部的に正電位にバイアスした表面に向かって流れ、表面電荷を中性化する。半導体ウェハの表面における小さい負電圧は匹敵するエネルギーまたはより小さいエネルギーを有する低エネルギー電子を跳ね返すので、低エネルギー電子の大量供給が、基板における負の帯電を最小限にするように自己調整する電荷中性化システムを造り出す。

【0011】従来技術、詳細には上述のように参照した公知例として記載したシステムと比較すると、本発明は低エネルギー電子を高流量で半導体基板に放出し、半導体基板における好適でない負の帯電を最小限にするように自己調整する方法で、より効果的に半導体基板の表面における正電荷を中性化する。さらに、負電位にバイアスした電子閉込め管は、半導体基板が帯電することが可能な最大の負電圧を制限していると共に、低エネルギーの二次電子を半導体基板の表面に適切に閉じ込めるので、その二次電子が半導体基板上に生成した正電荷を中性化するように寄与する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施形態の構成及び作用について、図1ないし図5を参照して説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0013】概略すると、図1に示すように、本発明のプラズマ放出システムは、プラズマ源（低エネルギー電子発生器ともいう）12と、負電位にバイアスした電子閉込め管（電子ガイド管ともいう）10とから構成されている。

【0014】電子ガイド管10は、図4に示すような矩形断面でグラファイトからなるメッシュ状の管壁14を有する。しかしながら、この管壁14は導電性物質で構成してもよいし、その内部が充填されていても空孔が存在してもよいし、円筒形またはその他の形状断面を有してもよい。金属電極はイオンビームを汚染するために、イオンビームに接触する電極をグラファイトで製造することは周知である。電子ガイド管10における四面

の管壁14はそれぞれ、アルミニウムからなる外枠60で支持された矩形断面でグラファイトからなるメッシュ状の一枚板であることが好ましい。

【0015】電子ガイド管10はイオンビームを受入れ、複数の半導体ウェハ18、19及び20を運搬している(図示していない)進行中のホイールに据付けられた半導体ウェハ18のような半導体基板にイオンビーム16を軸方向に輸送するように配置されている。図2に示すように、ホイールは、図面の平面内で垂直方向に半導体ウェハを急速に移動させるように回転する。このホイールがイオンビーム16の外側に半導体ウェハを移動させると、イオンビーム16はイオンビーム電流、結果としてイオンのドーズ量を測定する従来のビームストップ収集器21に向かって通過する。例えば、ビームストップ収集器21は従来のファラデー箱でもよいし、Applied Materials 社から市販されているイオン注入器Mode 19200に配備されているような磁氣的抑制方式のビームストップ収集器であることがより好ましい。半導体ウェハを支持しているホイールの後方におけるビームストップ収集器21の配置によれば、本発明のプラズマ放出システムが線量測定を目的とするファラデー箱またはファラデー・システムの一部としても機能する必要性が除去されている。

【0016】プラズマ及び低エネルギー電子発生器12は、従来のBernas型フィラメントのようなフィラメント・コイル24を含むプラズマ発生チャンバ22から構成されている。フィラメント・コイル24は、プラズマ発生チャンバ22の頂部30に据付けられた端部26及び28を有し、この端部26及び28は範囲-2〜5Vの直流電圧で最大約200Aまで供給する可変な電流源32に接続されている。

【0017】アルゴン(でなければ、あまり好ましくはないが、キセノン)のような封入ガスが、ガス供給管34から、好ましくは流量約1 sccmで円筒形のプラズマ発生チャンバ22内に注入される。続いて、封入ガスは、出射開孔または放出開孔38を通過してプラズマ発生チャンバ22から電子ガイド管10の内部に流入する。この放出開孔38は、少なくとも幅3mmを有することが好ましい。好適な実施形態では、放出開孔38は直径10mmを有する円形の開口36である。封入ガスの流量はプラズマ発生チャンバ22内に十分なガス圧を生じる程に十分高くする必要があり、放出開孔38を通過して最終的には半導体基板18に向かう好適な電子の流量を発生する程にプラズマ発生チャンバ22内に、以下に記載しているような十分高いプラズマ密度を生じさせる必要がある。放出開孔38の大きさを増大することは、放出開孔38を通過する電子の放出効率を改善するが、プラズマ発生チャンバ22内に十分なガス圧を維持するために必要な封入ガスの流量も増加させてしまう。

【0018】作用の点では、フィラメント24を流れる

電流量がフィラメント・コイル24自体を加熱するので、フィラメント・コイル24はプラズマ発生チャンバ22の内部に熱イオンの電子を放出する。フィラメント・コイル24とチャンバ外囲44との間を接続した電圧源46は、フィラメント・コイル24に相対して正電圧に、好ましくは60V未満に、より好ましくは約30Vにチャンバ壁をバイアスする。この電圧は、フィラメント・コイル24からの熱イオンの電子放出に関連し、プラズマを発生するようにプラズマ発生チャンバ22で封入ガスの絶縁破壊を起こす。プラズマは、フィラメント・コイル24からの熱イオンの電子放出をいっそう増大する。主に拡散のために、自由電子の一部は放出開孔38を通過してプラズマ発生チャンバ22から放出され、電子ガイド管または電子閉込め管10に入射することになる。チャンバ壁に電氣的に接続した短いノズル40は、電子ガイド管10の管壁14の内側表面とほとんど同一平面に(coplanar)なるように放出開孔38を拡張する。

【0019】図5に示すように、複数のプラズマ強化磁石42は、フィラメント・コイル24を囲んでおり、外側のプラズマ外囲44の内部で支持されている。プラズマ強化磁石42は、隣接したプラズマ発生チャンバ22の円筒状側壁に平行であり、プラズマ発生チャンバ22自体及び放出開孔38の両方それぞれの縦軸に平行である同一方向に磁場の軸が整列するように配列されている。したがって、プラズマ強化磁石42は、図1に実線43によって示すように、隣接したプラズマ発生チャンバ22の円筒状側壁に平行であると共に、放出開孔38の軸に平行である磁束線を発生する。フィラメント・コイル24内を流れる電流も、図1に点線45で描写されているような磁場を発生する。

【0020】プラズマ発生チャンバ22の内部におけるプラズマは、プラズマ強化磁石42を消磁させ得る熱を発生する。プラズマ強化磁石42を冷却し続けるために、熱シールド49がプラズマ強化磁石42と隣接したチャンバ壁の間に挿入されている。さらに、水のような冷却液が、流路47を通過してプラズマ強化磁石42の周囲にあるチャンバ外囲44の内部を循環している。

【0021】プラズマ強化磁石42によって発生する磁場は、プラズマ発生チャンバ22内で発生する電子数を増大し、電子の平均エネルギーレベルを低減するように、プラズマ密度を増大する。このプラズマ強化磁石42も、放出開孔38から電子ガイド管10に電子が放出される速度を増大する。

【0022】付加的な電力源15は、フィラメント・コイル24と電子ガイド管または電子閉込め管10の管壁14との間に接続されており、フィラメント・コイル24に相対して電子ガイド管10を負電位に、好ましくは範囲-30〜0Vに、より好ましくは約-10Vにバイアスする。この負電圧は、プラズマ発生チャンバ22か

ら放出した電子に、従来の電子放出銃に要求される正の放出電圧よりもむしろ、正味負の放出電圧を付与する。この負の放出電圧は、放出電子のエネルギーレベルを低減するのに適切であり、放出電子のエネルギーレベルをプラズマ発生チャンバ22の側壁に印加する電圧源46のアーキ電圧から自由にするのに適切である。

【0023】図示した好適な実施形態では、電流源32による非常に低い(5V未満の)フィラメント・コイル24の電圧と、プラズマ強化磁石42によって付与したプラズマ強化と、電子ガイド管10に印加した負の(−10Vの)減速電圧との結果として、電子ガイド管10に放出された電子は、エネルギーレベルとして5eV未満の中央値を有する。この値は、これまでイオン注入装置に使用された従来の電子放出銃で達成可能である値よりも、はるかに低いエネルギーレベルの中央値である。

【0024】これらの電子は、放出開孔38を通過してプラズマ発生チャンバ22を離れ、電子ガイド管10の内部に入射し、イオンビーム16と共に電子ガイド管10に沿って半導体基板18に向かって進む。電子ガイド管10において電力源15による負のバイアス電圧または閉込め電圧(上述したように好ましくは−10V)よりも高いエネルギーレベルの電子は、管壁14に衝突して吸収される傾向にある。低エネルギー電子は負の閉込め電圧によって跳ね返され、半導体基板に向かって進み続ける。結果として、電子ガイド管10における負の閉込め電圧は、半導体基板に到達する電子のエネルギーレベルを低減するのに適切である。

【0025】電子ガイド管10における負電圧は、半導体基板にイオンが衝突することによって発生する二次電子に対し、同様に適切な効果を有する。比較的高エネルギーの二次電子は電子ガイド管10との衝突によってほとんど吸収されるが、低エネルギー電子は半導体基板の方向に跳ね返されるので、半導体基板の付近における低エネルギー電子の密度を増大することに寄与する。電子ガイド管10は、半導体基板との間隙を通過して電子が漏出しないように、その終端が実際に可能な限り半導体基板に接近し、好適な実施形態では10mmしか離れずに据付けられている。

【0026】プラズマ発生チャンバ22の側壁に電圧源46によって印加した正のアーキ電圧が電子ガイド管10の内部に入射した電子を引き付けなくするために、電子ガイド管10の側壁14は、放出開孔38を除いてプラズマ発生チャンバ22の隣接した側壁を完全に被覆し、これに直接被着している。結果として、電子ガイド管10の内部における電子は、正のアーキ電圧に対して効果的に遮蔽されている。

【0027】電力源15、32及び46はそれぞれ、可変な出力電圧または出力電流を有することが好ましい。一般に、フィラメント・コイル24の電力源32は、半導体基板18上の電荷を中性化するのに適切な電子放出

電流を発生するために、フィラメント・コイル24を流れる十分大きい電流を供給し、これによって十分多い電子を熱イオンのように放出するように調整されていることが必要である。しかしながら、過剰なフィラメント電流は、フィラメント・コイル24の寿命を短縮することになる。さらに重大なことに、フィラメント電圧を増大することは、熱イオンのように放出した電子のエネルギーレベルを増大することになる。したがって、相対的に小さい抵抗を有するフィラメントを使用することが好ましい。

【0028】電力源46によるアーキ電圧の出力電圧は、半導体基板を中性化するのに適切な電子放出電流を発生するために、十分なプラズマ密度を生じるのに足るだけ高くするべきであるが、フィラメント・コイル24の寿命を延長するように、必要以上高くするべきではない。

【0029】上述したように、半導体ウェハ18上の半導体デバイスを破壊し得る値以下のエネルギーレベルに放出開孔38から放出された電子を減速するために、電子閉込め管10の電力源15は、電子閉込め管10に十分大きい負電圧を印加するように調整される必要がある。しかしながら、電子閉込め管10が電子を引き付けて半導体ウェハから引き離し始める前に半導体ウェハが帯電し得る最大の負電圧は、半導体ウェハの付近における閉込め電圧によって決定されている。したがって、負の閉込め電圧は、半導体ウェハがデバイスに損傷を与えないように帯電することが許容され得る最大の負電圧より小さくする必要がある。

【0030】なお、さらに本発明の好適な形態では、後段の加速システム48に関連した高電圧による電子抑制は、電子が後段の加速領域に引き付けられないようにし、後段の加速システム48から半導体ウェハ18の平面に渡り、プラズマにとって閉鎖的または制限的な環境を提供する。詳細には、図1に示す加速システム48は、接地した後段の加速電極50と、現状の絶縁物54によって加速電極50と隔離されているスライド可能な電子閉込め管伸縮部52とから構成されている。従来の方法で電極50がイオンビームを収束させるために前後に移動せられるように、電子閉込め管伸縮部52は電子ガイド管10が後段の加速電極50と隣接したままでスライドすることが可能である。

【0031】電子閉込め管伸縮部52は電力源15によって電子閉込め管10の電位にバイアスされている一方、接地した加速電極50に隣接する抑制電極53は電圧源55によって約−5000V以下の負電圧でバイアスされている。抑制電圧は、後段の加速領域がプラズマ放出システムの内部に及ばないようにし、これにより電子の流れが電子ガイド管10から後段の加速領域に侵入しないようにする程に十分高い値であると共に、イオンビーム16の半導体ウェハに対する投影に障害を与えない程に十分低い値である。このような関係で、加速電極

50及び電子閉込め管伸縮部52はイオンビーム16を輸送する一方、抑制電極55は電子閉込め管10におけるイオンビーム16の上流領域に向かって加速しないように電子を抑制する。

【0032】電子ガイド管10の内部における低エネルギー電子の閉込めと輸送を支援するために、本発明の好適な形態は、図3に最も明瞭に描写しているように、電子ガイド管10の外面の周囲に軸方向に沿って円周状に間隔を保って伸びた配列で配置されていてもよい尖点場磁石56を備えている。各配列の尖点場磁石56はN極またはS極のどちらか一方であり、図3に示すような電子ガイド管10の内部に電子を磁氣的に閉込めるために、軸方向に円周状の磁場を発生する。

【0033】

【発明の効果】以上、詳細に説明したことを要約すると、本発明の電子放出システムは半導体基板に向かって非常に低エネルギーの電子線を放出し、半導体基板の表面付近で非常に低エネルギーの電子を大量に保持している。これら低エネルギー電子は自己調整する方法で半導体基板上の電荷を中性化する。

【0034】特に、電荷が中性化するまで正電荷は電子を引き付けることになるので、半導体ウェハにおける正の帯電は妨げられる。半導体ウェハにおける負の帯電は、二つの機構で制限されている。第1に、電子は半導体基板上の小さい負電荷によって容易に跳ね返される程度の低エネルギーレベルしか有していない。第2に、半導体基板上に生成した負電圧は電子ガイド管上における負の閉込め電圧を越えることはなく、そうでなければ、電子は半導体基板から電子ガイド管上の比較的大きい正電位に流れることになる。

【0035】従来の電子放出銃と比較し、本発明は放出した電子を正の加速電圧に委ねるというのではなく、む

しろ電子源に相対して負の閉込め電圧を適用することにより、電子のより低いエネルギーレベル分布を達成している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ放出システムの構成を示す縦断面図である。

【図2】図1に示すプラズマ放出システムに繋がった構成を示す縦断面図である。

【図3】図1に示すプラズマ放出システムの中央部における拡大図であり、プラズマ放出システム内に電子閉込め管の側面に沿って配置された磁石の配列から発生した磁場を描写している。

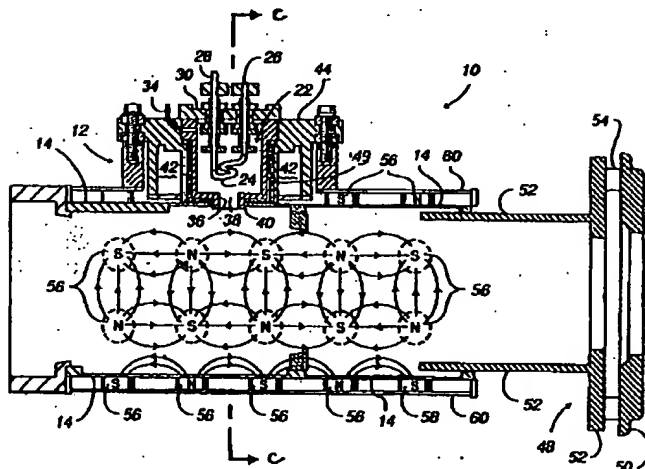
【図4】図3のC-C線に沿ってのプラズマ放出システムの構成を示す横断面図である。

【図5】図1に示すプラズマ放出システムの構成を示す模式的側面図である。

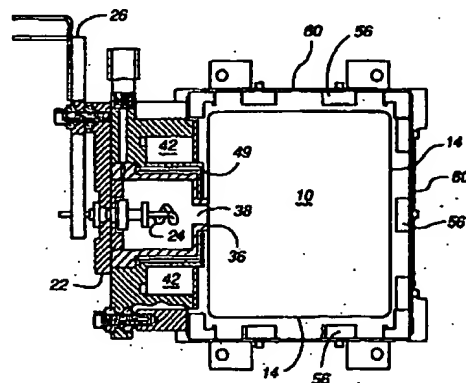
【符号の説明】

10…電子閉込め管または電子ガイド管、12…プラズマ及び低エネルギー電子発生器、14…電子閉込め管の管壁、15…電力源、16…イオンビーム、18～20…半導体ウェハまたは半導体基板、21…ビームストップ収集器、22…プラズマ発生チャンバ、24…フィラメント・コイル、26、28…フィラメント・コイルの端部、30…プラズマ発生チャンバの頂部、32…電流源、34…ガス供給管、36…放出開孔の開口、38…出射開孔または放出開孔、40…ノズル、42…プラズマ強化磁石、43…磁束線、44…チャンバ外囲、45…フィラメント・コイルの磁場、46…電圧源、47…流路、48…加速システム、49…熱シールド、50…加速電極、52…電子閉込め管伸縮部、53…抑制電極、54…絶縁物、55…電圧源、56…尖点場磁石、60…電子閉込め管の外枠。

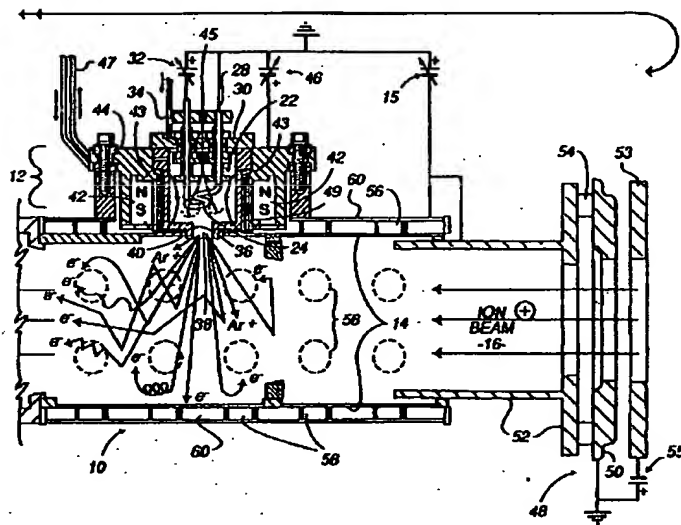
【図3】



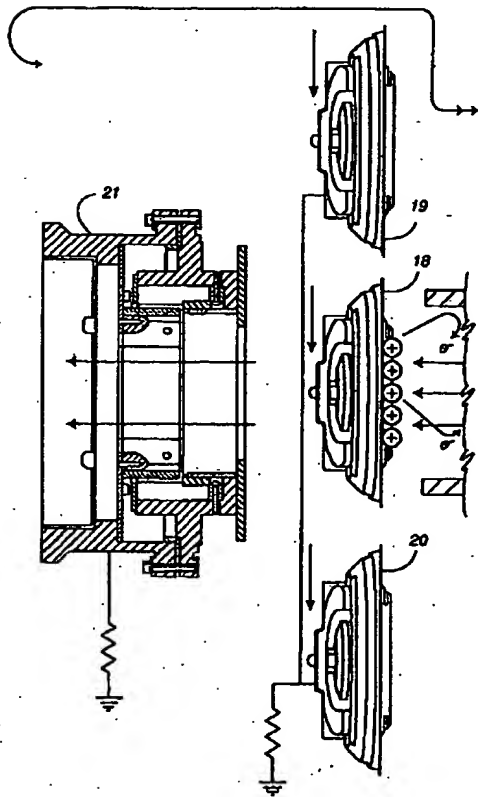
【図4】



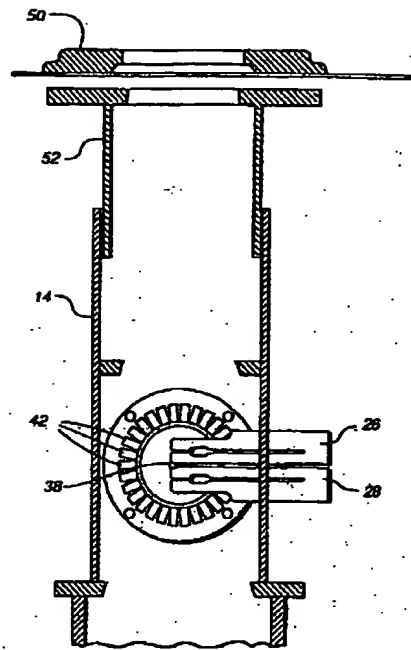
【図1】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョナサン イングランド
イギリス国, ウェスト サセックス州,
アールエイチ12 1エヌイー, ホーシ
ヤム, ヒルサイド 17

(72)発明者 フレデリック ブラム
イギリス国, ウェスト サセックス州,
アールエイチ13 6ビーキュー, ホー
シヤム, ディッケンズ ウェイ 2
(72)発明者 イアン フォザリンハム
イギリス国, ウェスト サセックス州,
アールエイチ10 7ジーエイチ, クラ
ウレイ, メイデンバウワー, ネルソン
クローズ 2